

P C a 軌道桁の開発

菅原 広道^{*1}・渡辺 繁樹^{*2}

概 要

工事桁の施工は、夜間の限られた時間内で行われることが多く、工種の多い従来の工事桁工法では、施工期間が長くなり工費もかさむ傾向がある。

P C a 軌道桁の開発目的は、従来の工事桁工法よりも短期間で架設可能な工法を開発し、かつ、工事桁を撤去することなく線路下構造物上に軌道として敷設できる構造とすることにより、従来の工事桁工法が抱える工期・工費の問題を解決することである。

平成15年度の架設試験では、架設位置の道床撤去から桁架設、軌道整備までを3時間以内で実施し、従来の工法に比べて大幅な工期短縮が可能であることを実証した。また、試算では桁を新規に製作した場合の制作費が、従来の工事桁と比べて3割程度安く、架設日数の大幅減、桁撤去工と軌道敷設工の省略と合わせて大幅なコストダウンが可能であった。

キーワード：P C a 軌道桁、工事桁工法、開削施工

DEVELOPMENT OF PRECAST CONCRETE TRACK GIRDER

Hiromichi SUGAWARA^{*1} Shigeki WATANABE^{*2}

Abstract

Temporary girders are in many cases constructed in limited hours at night. The conventional process of temporary girder construction involving many types of work, tends to require a long work period and a large cost.

Development of precast concrete track girders is aimed at providing a solution for the problems of work period and cost of the conventional temporary girder. The developed girder serving as a track can be constructed above the structure under rails, in a shorter time than the conventional method, eliminating the need for removal of the temporary girder.

In the construction tests in fiscal 2003, all the steps from ballast removal, installation of girder components and track construction were performed within three hours. This demonstrated that a remarkable reduction of the work period is possible, compared with the conventional method.

The cost of producing a new girder is about thirty percent lower than the conventional temporary girder. A tremendous reduction in the amount of time needed for installation, elimination of girder removal and track laying will significantly reduce the cost.

Keywords: precast concrete track girder, temporary girder, cut and cover method

*1 Design Group(#01), Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*2 Associate General Manager, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

PCa軌道桁の開発

菅原 広道^{*1}・渡辺 繁樹^{*2}

1. はじめに

近年，都市部において，駅舎を含む駅周辺の再開発工事や市街地の交通渋滞緩和のための鉄道高架化工事が頻繁に行われている。

駅周辺での工事や線路に近接して建造物が建ち並ぶ都市部の鉄道工事では，用地確保の問題から線路線形の変更が困難であり，活線施工が行われる事例が多い。

営業線直下で構造物を構築する活線施工は，一般的に，線路線形を変更する別線施工に比べて工期・工費ともに増大する傾向があるが，この原因の一つとして工事桁の架設期間および架設費用の増大が上げられる。

活線施工における工事桁の架設は，夜間の限られた時間内で行われることが多く，工種の多い従来の工事桁工法では架設に要する期間が長くなる。このため，全体工期が延び，工費が増大する。

PCa軌道桁を用いた工事桁工法は，従来の工事桁工法が抱える工期・工費の問題を解決するために開発した新しい工法であり，本工法を採用することにより，活線下で構造物を構築する際の工期・工費を大幅に軽減することが可能である。

以降に平成15年度にスタートしたPCa軌道桁の開発成果と工法の特徴，施工試験の結果および今後（平成16年度）の開発内容について報告を行う。

2. 本工法の利点と特徴

本工法の利点と特徴は次の通りである。

2.1 工期短縮とコストダウン

(1) 工期短縮

本工法を採用した場合，桁一連あたりを夜間3時間で架設することが可能であり，従来の工事桁工法に比べて大幅に工期を短縮できる。

また，将来的にも軌道として利用することが可能であるため，従来の工事桁工法で行われている桁撤去と軌道復旧を省略できる。

(2) コストダウン

主桁をコンクリート部材とすることにより，従来の鋼製工事桁を新規で製作する場合と比較して，約3割の製作コスト削減を可能としている。

また，架設日数が大幅に短縮できるため，架設費用も削減される。さらに，軌道として利用することにより，工事桁の撤去，軌道復旧に要する費用が不要となる。

2.2 軌道としての特徴

(1) 防振・防音軌道

将来，軌道として利用する際には，防振・防音効果に優れたフローティングスラブ軌道となる（図-1参照）。



図-1 完成系イメージ図

(2) 既設PC枕木の利用

既設枕木の種類によっては，架設位置の枕木をそのまま利用することが可能である。また，将来の枕木交換も可能な主桁形状となっている。

*1 エンジニアリング本部 土木技術部 設計第一グループ

*2 エンジニアリング本部 土木技術部 担当部長

3. 構造概要

P C a 軌道桁は、コンクリート製の主桁を鋼製の横桁で連結した P R C 2 主桁である。

3. 1 P C a 軌道桁の種類

P C a 軌道桁には、図－2 に示す「軌きょう直受け式」と図－3 に示す「レール直結式」の 2 タイプがある。

いずれのタイプも横桁は主桁と分離して搬入し、架設箇所で接合する構造としているため、レールを破線することなく桁を架設することが可能である。

3. 2 レールの支持構造

従来の工事桁が、ボックス内に木枕木を配置した鋼製の横梁でレールを支持する構造であるのに対して、本桁は、主桁をレール直下に配置し、列車荷重を主桁で直接支持する構造としている点に特徴がある（図－4 参照）。この構造形式を採用することにより、レールを支持する横梁を省略できるため、架設時間の大幅な短縮が可能となる。

3. 3 主桁 P C 鋼材の配置

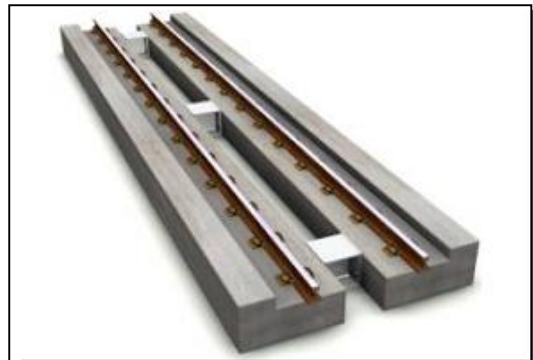
本工法では、桁を工事桁として利用する場合と将来軌道として利用する場合の支点位置が異なる。そのため、主桁に配置する P C 鋼材は、任意の支点位置に対して桁の安全性を確保できる配置とする。また、クリープ変形に対する軌道の高さ調整量を極力少なくするために、プレストレスモーメントを最小限に抑えた配置とすることが必要である。したがって、主桁の P C 鋼材配置は、桁図心に対して平行で、かつ P C 鋼材の平均図心と桁図心を極力一致させる配置としている（図－5 参照）。

3. 4 主桁・横桁結合部の構造

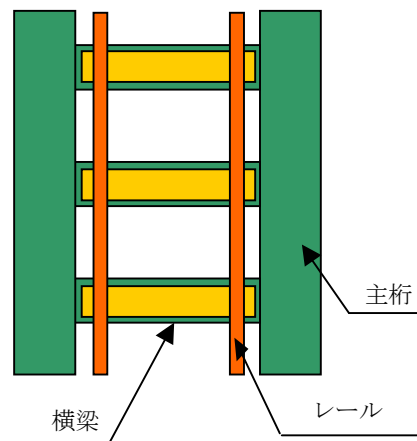
本桁は、主桁間に配置した横桁により左右の主桁を連結した構造である（図－6 参照）。設計上は、主桁の回転変形をおさえるために、主桁と横桁の接合部を剛結合としている。したがって、実構造物においても作用断面力に対して接合部が開かないような構造とする必要がある。設計では、主桁と横桁の接合部に作用する



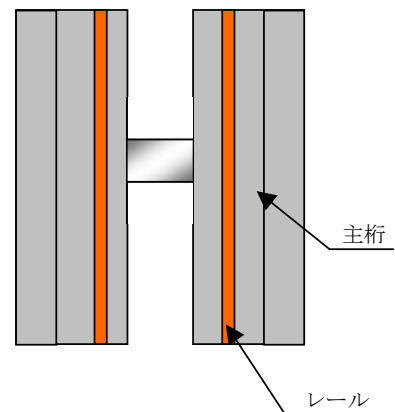
図－2 軌きょう直受け式 P C a 軌道桁



図－3 レール直結式 P C a 軌道桁



従来工事桁のレール支持方法



P C a 軌道桁のレール支持方法

図－4 レール支持方法の比較

曲げモーメントに対して接合部が開かないだけのプレストレスを与えることとした。

4. 架設方法

4. 1 架設手順

P C a 軌道桁の架設は、以下の手順に従い夜間3時間以内で行う（図－7参照）。

(1) 端部横桁のセット

端部横桁は、あらかじめ受桁上に配置し、アンカーバーにより固定しておく。

端部横桁を主桁架設前夜までに正確な位置に配置しておくことにより、当夜主桁のセットを容易に行うことが可能である。

(2) 左側主桁のセット

主桁は、50 t 軌陸クレーン2台により受桁上に配置する。その後、固定されている端部横桁から反力を取り、レバブロック等により所定の位置に引き寄せる。

(3) 中間横桁のセット

中間横桁をクレーンにより所定の位置にセットする。

(4) 右側主桁セット・横桁との接合

残りの主桁を(2)と同様の方法でセットした後、主桁と横桁の接合を行う。

接合は、主桁内に配置したP C 鋼棒を主桁外面から緊張することにより行うが、この際、受桁に固定されている端支点横桁と主桁の接合を中間横桁と主桁の接合よりも先行して行うことにより、主桁位置を確定する。

(5) 軌道復旧

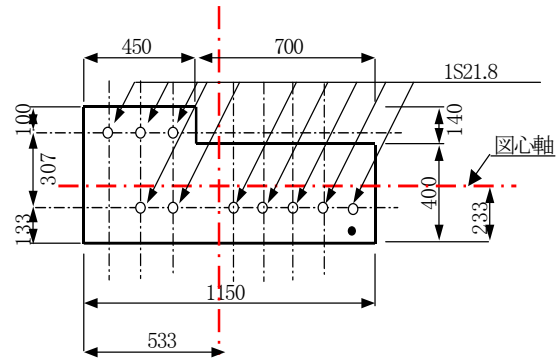
枕木を固定した後、軌道の高さ調整等を行い作業終了となる。レール直受け式の場合は、軌道調整のみの作業となる。

4. 2 施工サイクル

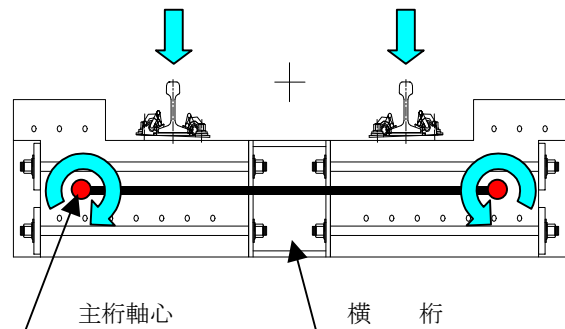
実作業3時間以内とした場合の作業全体の施工サイクルを図－8に示す。

5. 施工試験の結果

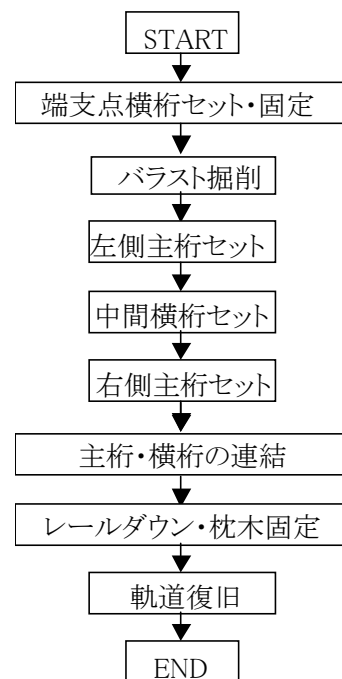
平成15年度は、3回の施工試験を実施した。試験内容と結果を以下に示す。



図－5 主桁ケーブル配置断面図



図－6 主桁・横桁の接合部断面図

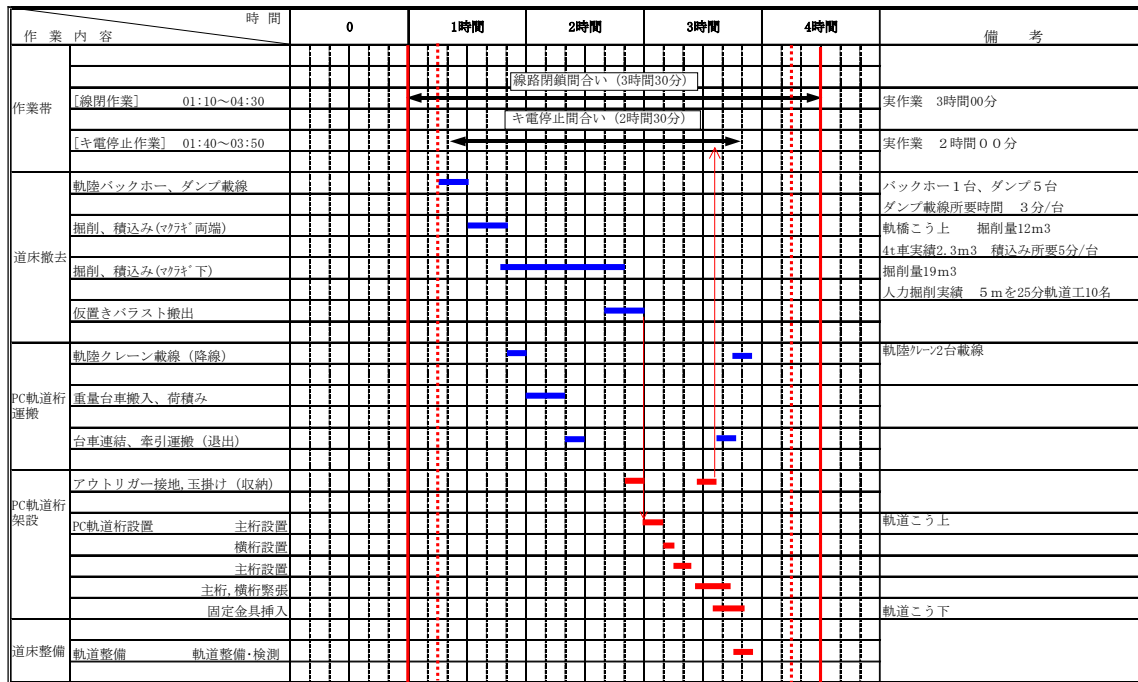


図－7 P C a 軌道桁架設順序

5. 1 掘削試験

(1) 試験の目的

当夜3時間の架設時間のうち、架設位置道床



図－8 施工サイクル

の掘削に要する時間が占める割合は大きい。

したがって、想定した時間内で掘削が可能か否かの検証が必要となる。

(2) 試験内容

掘削試験では、軌陸バックホー1台と人力による掘削時間を測定した(図－9参照)。

(3) 試験結果

試験では、PCa軌道桁架設位置の道床撤去を当初想定時間の90分以内で完了した。

5. 2 PCa軌道桁架設試験

(1) 試験の目的

短時間での架設を可能とするために、机上で検討した以外の構造上の新たな改良点、あるいは施工方法の改良点を実際に桁を架設することにより把握する。

(2) 試験内容

主桁の架設から作業完了までの各工種のサイクルタイムを測定することにより、架設時間に影響を及ぼす工種とその改良点を把握する試験である(図－10参照)。

試験は、道床掘削後の状態からスタートし、主桁架設、横桁セット、主桁と横桁の連結および軌道整備までの一連の作業を連続して行った。

(3) 試験による主な改良点



図－9 掘削試験状況

架設試験の結果により改良を行った点は次の通りである。

- ①端部横桁の設置・固定時期の変更：主桁の架設に先行して端部横桁を受桁上の所定の位置にあらかじめ設置・固定しておくことで、主桁セット時の位置決めを容易にした。
- ②すべりシューの採用：枕木と受桁の間隔が狭く、クレーンによる主桁の横移動は困難である。そこで、すべりシューを用いて主桁を所定の位置に配置する方法を採用することとした。
- ③主桁と横桁の結合方法の変更：当初は主桁内に埋め込んだホームコネクターにより主桁と横桁を結合する計画であったが、桁の製作精度の問題と、施工性向上の観点から、PC鋼棒を用いた連結方法に変更した。

④隣接線防護土留の設置： 隣接線の軌道への影響をなくすため、防護土留を設置することとした。

6. 今後の開発

6. 1 P C a 軌道桁の連続化

P C a 軌道桁を線路下横断構造物上に受け替えて軌道として利用する場合には、工事桁として用いた場合と支承位置が異なる。このため、単純桁のまま軌道として使用した場合、支承位置によっては主桁が片持梁となるため、主桁の安全性が確保できない場合が想定される（図－11参照）。

したがって、軌道として線路下横断構造物上に敷設する場合には、桁の連続化が必要である。

6. 2 曲線区間への対応

実施工での採用にあたっては、曲線区間におけるカントへの対応が必要であり、レールの高さ調整が可能な構造とする必要がある。

7. まとめ

平成15年度の開発では、2タイプのP C a 軌道桁について設計を行い、そのうち施工がより難しいと考えられる軌きょう直受け式タイプについて施工試験を行った。その結果、桁1連あたりの架設を夜間3時間以内で行うことが可能であることを検証できた。この試験により、P C a 軌道桁を工事桁として利用する場合の施工上の課題は概ねクリアーされたと考える。

今後は、軌道として存置する場合の構造上の課題についてさらに検討を進め、早期の実用化を目指す。



主桁つり込み状況

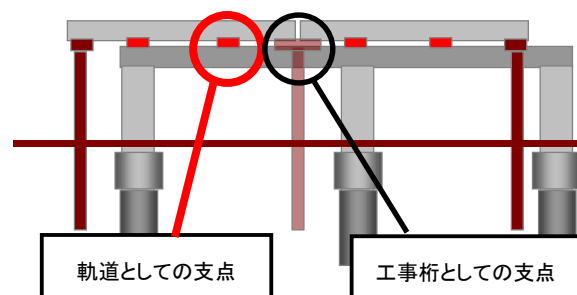


主桁セット状況



主桁と横桁の結合状況

図－10 架設試験の状況



図－11 支承位置の変更